

"Procédé de chauffage d'un récipient posé sur une table de cuisson à moyens de chauffage associés à des inducteurs."

5           La présente invention concerne un procédé de chauffage d'un récipient posé sur une table de cuisson.

Elle concerne également une table de cuisson adaptée à mettre en oeuvre le procédé de chauffage conforme à l'invention.

10           Elle concerne, de manière générale, le domaine des tables de cuisson dans lesquelles un récipient peut être posé et chauffé à n'importe quel emplacement sur le plan de cuisson.

Elle trouve notamment son application, mais non exclusivement, dans le domaine des tables de cuisson à induction.

15           On connaît ainsi, dans le document WO 97 37 515 une table de cuisson dont la zone de cuisson n'a pas de localisation précise dans le plan de cuisson.

Dans ce document WO 97 37 515, plusieurs inducteurs standard, de petite dimension, sont disposés suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson.

20           Une boucle de détection d'un récipient de cuisson permet de détecter les inducteurs recouverts par ce récipient. Cette information peut être transmise à un ordinateur relié à un boîtier de commande programmant la quantité de chaleur à fournir à chacun des inducteurs.

25           Ainsi, seuls les inducteurs recouverts par le récipient de cuisson sont alimentés.

Cependant, ce document reste muet sur le problème posé par les inducteurs recouverts partiellement par le récipient.

30           La présente invention a pour but d'optimiser le chauffage d'un récipient disposé sur une table de cuisson, sans emplacement prédéterminé du foyer de cuisson.

A cet égard, la présente invention vise, selon un premier aspect, un procédé de chauffage d'un récipient posé sur une table de cuisson comprenant

des moyens de chauffage associés respectivement à des inducteurs formant moyens de détection de la présence d'un récipient, les moyens de chauffage associés à ces inducteurs étant répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson.

5 Ce procédé de chauffage comprend les étapes suivantes :

- recherche d'une zone de chauffe constituée d'un ensemble de moyens de chauffage recouverts au moins partiellement par un récipient ; et

- calcul d'une puissance délivrée par chaque moyen de chauffage de cette zone de chauffe en fonction d'une puissance globale de consigne associée à la zone de chauffe et d'un taux de recouvrement par le récipient de chaque moyen de détection associé à ce moyen de chauffage.

10 Grâce à l'utilisation du taux de recouvrement de chaque moyen de détection associé à un moyen de chauffage, il est possible d'ajuster la puissance du foyer ainsi constitué en fonction de la taille du récipient, et  
15 d'obtenir une densité de puissance constante, quels que soient le diamètre du récipient et sa position dans le plan de cuisson.

Selon une des caractéristiques préférées de l'invention, ce procédé comprend, en outre, une étape préalable de déclaration d'ajout d'un récipient sur le plan de cuisson.

20 Cette étape préalable permet de ne mettre en œuvre les étapes de recherche et de calcul d'une puissance uniquement lors de la pose d'un nouveau récipient sur le plan de cuisson, évitant ainsi le fonctionnement en continu des inducteurs formant moyens de détection.

25 Selon une autre caractéristique préférée de l'invention, ce procédé de chauffage comprend une étape de détection d'un déplacement d'un récipient, associé à une zone de chauffe initiale, et une étape de recherche d'une zone de chauffe déplacée constituée de moyens de chauffage associés respectivement à des moyens de détection recouverts au moins partiellement par le récipient.

30 Le procédé de chauffage conforme à l'invention permet ainsi de tenir compte du déplacement du récipient en cours de cuisson sur le plan de cuisson.

Afin d'assurer la continuité du chauffage du récipient, le procédé de chauffage comprend, en outre, une étape d'association à la zone de chauffe déplacée de la puissance globale de consigne associée à la zone de chauffe initiale.

- 5                    Selon une autre caractéristique préférée de l'invention, l'étape de recherche comprend une étape de mémorisation pour chaque moyen de chauffage de la zone de chauffe d'un taux de recouvrement par le récipient dudit moyen de détection associé à ce moyen de chauffage.

- 10                   Dans un mode de réalisation particulièrement pratique de l'invention, les moyens de chauffage sont des inducteurs formant des moyens de détection de la présence d'un récipient.

- 15                   Selon un second aspect, la présente invention concerne une table de cuisson comprenant des moyens de chauffage associés respectivement à des inducteurs formant moyens de détection de la présence d'un récipient, les moyens de chauffage associés aux inducteurs étant répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson.

Cette table de cuisson comprend des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de chauffage décrit précédemment.

- 20                   Cette table de cuisson présente des caractéristiques et avantages analogues à ceux décrits précédemment en relation avec le procédé de chauffage d'un récipient.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- 25                   - la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une table de cuisson conforme à l'invention ;
- la figure 2 illustre le circuit de commande des moyens de chauffage de la table de cuisson de la figure 2 ;
- 30                   - la figure 3 est un algorithme décrivant le procédé de chauffage conforme à l'invention ;

- la figure 4 est un algorithme détaillant l'étape de recherche d'une nouvelle zone de chauffe de la figure 3, selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

5 - la figure 5 est un algorithme détaillant l'étape de recherche d'une nouvelle zone de chauffe de la figure 3, selon un second mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 6 est un algorithme détaillant l'étape de calcul de la puissance par inducteur de la figure 3 ;

10 - la figure 7 est un exemple d'une zone de chauffe recouverte par un récipient ; et

- la figure 8 est un algorithme détaillant l'étape de recherche d'une zone de chauffe déplacée de la figure 3 ;

On décrit tout d'abord en référence à la figure 1 une table de cuisson conforme à un mode de réalisation de l'invention.

15 De manière générale, cette table de cuisson comprend des moyens de chauffage 11 répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson de la table de cuisson 10.

20 Cette table de cuisson présente ainsi une zone de cuisson de grande dimension, pouvant atteindre la dimension du plan de cuisson, permettant de faire chauffer un ou plusieurs récipients sans localisation précise.

Dans ce type de table de cuisson, il est nécessaire de pouvoir détecter automatiquement les récipients posés sur le plan de cuisson, de manière à activer uniquement les moyens de chauffage disposés sous les récipients.

25 Il est connu d'utiliser à cet effet des inducteurs formant moyens de détection. Par exemple, la mesure du courant efficace passant dans chaque inducteur sera dépendante de la surface de cet inducteur recouverte par un récipient.

30 Dans les exemples de réalisation qui suivent, on considère une table de cuisson par induction, dans laquelle les moyens de chauffage sont constitués d'inducteurs répartis dans le plan de cuisson.

Ces inducteurs 11 constituent ainsi à la fois les moyens de chauffage et les moyens de détection de la présence d'un récipient.

Bien entendu, la présente invention pourrait également être mise en œuvre pour d'autres types de moyens de chauffage, et par exemple, pour des éléments radiants disposés également selon une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson, chaque foyer radiant étant associé à un inducteur formant moyen de détection.

Dans l'exemple de réalisation décrit à la figure 1, la zone de cuisson disposée sous le plan de cuisson est constituée de plusieurs petits bobinages ou inducteurs élémentaires disposés de façon à couvrir toute la surface du plan de cuisson.

Cette zone de cuisson est ainsi constituée d'une matrice d'inducteurs de petite dimension.

Dans cet exemple, et de manière non limitative, ces inducteurs sont de forme circulaire et sont disposés en quinconce dans le plan de cuisson.

Le plan de cuisson ainsi formé peut être de toute forme, et, par exemple, carré, comme dans l'exemple illustré à la figure 1.

La taille des inducteurs élémentaires 11 est suffisamment petite pour que toute taille de récipient recouvre au moins un inducteur élémentaire.

A titre d'exemple, le diamètre de chaque inducteur élémentaire peut être égal à 70 ou 80 mm.

Afin de constituer une matrice d'inducteurs voisins les uns des autres pouvant fonctionner de façon individuelle, il est nécessaire que les inducteurs soient alimentés de façon indépendante.

A titre d'exemple, la puissance maximale fournie par chaque inducteur est de l'ordre de 700 Watts. Il est ainsi possible d'obtenir une puissance totale de 2800 Watts environ pour un récipient de taille moyenne recouvrant quatre inducteurs 11.

L'alimentation et la commande de chaque inducteur 11 sont illustrées à la figure 2.

Ainsi, chaque inducteur élémentaire 11 est alimenté par un circuit électronique onduleur de puissance dédié 12.

Afin d'éviter l'apparition de bruits ou sifflements, résultant de fréquences d'inter modulation audibles entre les différents circuits oscillants 12, il est nécessaire que tous ces circuits oscillants 12 soient alimentés par des courants ayant la même fréquence et en phase.

5           A titre d'exemple, chaque cellule élémentaire constituée d'un inducteur 11 et d'un onduleur de puissance 12 est accordée à une fréquence fixe, égale par exemple à 25 kHz.

10           Un ou plusieurs processeurs de commande 13 gère l'ensemble des cellules et commande le fonctionnement des différents inducteurs lorsque ces derniers sont recouverts par un récipient.

La synchronisation des fréquences d'oscillation entre les différents onduleurs 12 est assurée d'une part, par un circuit d'horloges unique 14, distribué sur chaque processeur 13 et, d'autre part, par un démarrage synchrone des onduleurs de puissance 12.

15           Le fonctionnement des processeurs de commande 13 est commandé par un processeur maître 15.

De manière classique, la variation de puissance est assurée par une modulation en largeur d'impulsion (MLI ou en anglais PWM) du signal d'oscillation à la fréquence de travail fixe.

20           Le système de contrôle peut ainsi gérer un ou plusieurs récipients posés sur le plan de cuisson et appliquer des puissances différentes dépendantes de la puissance de consigne demandée par l'utilisateur pour chaque récipient.

25           A cet effet, la table de cuisson 10 comporte un clavier de commande et de visualisation 16.

30           Ainsi, après une phase de détection de chaque récipient R1, R2, R3, qui sera décrite ultérieurement en référence aux figures 3 et suivantes, la zone de cuisson associée, Z1, Z2, Z3 est visualisée sur le clavier 16. A chaque récipient ainsi détecté, R1, R2, R3, l'utilisateur peut assigner une puissance de consigne, P1, P2, P3. Le système de contrôle illustré à la figure 2 distribue alors la puissance aux inducteurs concernés par une répartition homogène telle qu'elle sera décrite ultérieurement en référence à la figure 6.

Nous allons décrire en faisant référence à la figure 3 le procédé de chauffage par induction d'un récipient Ri tel que l'un des récipients R1, R2, R3 décrits précédemment.

En principe, après la pose du récipient Ri, l'utilisateur demande  
5 l'ajout d'une zone de cuisson. Cette déclaration d'ajout E10 d'un nouveau récipient Ri est réalisée par action sur le clavier, au moyen d'une touche prévue à cet effet.

Bien que ce fonctionnement corresponde au fonctionnement logique de la table de cuisson, il est également possible pour l'utilisateur de demander  
10 l'ajout d'une zone de cuisson puis de poser le récipient Ri ultérieurement.

L'étape préalable de déclaration d'ajout E10 d'un récipient sur le plan de cuisson permet d'éviter à la table de cuisson de rester en permanence avec une fonction de détection de récipient activée, qui pourrait générer des perturbations.

15 Une étape de recherche E20 d'une nouvelle zone de chauffe Zi est ensuite mise en œuvre.

Dans le cas où aucun récipient n'est posé sur le plan de cuisson, cette nouvelle zone Zi est annulée au bout d'un certain laps de temps égal par exemple à 1 minute.

20 On va décrire, à présent, en référence à la figure 4 cette étape de recherche F20 d'une nouvelle zone de chauffe Zi.

Une méthode simple de recherche d'une zone de chauffe consisterait à tester tous les inducteurs 11 en même temps. Cependant, cette technique présente de nombreux inconvénients tel que le risque de génération  
25 d'un bruit très important dans le récipient, l'apparition d'une pointe de courant importante et destructrice, en particulier si le récipient posé n'est pas adapté, et par exemple si le récipient est en aluminium. En outre, la puissance consommée pourrait être importante lorsque le récipient est grand et risquer de dépasser la puissance maximale autorisée pour la table.

30 Aussi, le principe de détection d'une nouvelle zone de chauffe Zi décrit ci-après consiste à tester chaque inducteur 11 un par un.

Ainsi, le procédé de recherche comporte tout d'abord une étape d'initialisation ~~E21~~ d'une nouvelle zone  $Z_i$ , consistant à initialiser un espace mémoire adapté à mémoriser temporairement les inducteurs constituant cette zone de chauffe  $Z_i$ .

5 On considère dans une étape E22 un premier inducteur, choisi selon un ordre de parcours prédéterminé des inducteurs.

Une étape de test E23 permet de déterminer si cet inducteur est libre ou non.

10 Cette étape de test E23 permet de déterminer si l'inducteur n'appartient pas déjà à une autre zone de chauffe constituée dans le plan de cuisson, de telle sorte que cet inducteur serait déjà utilisé pour chauffer un autre récipient.

15 Tel pourrait être le cas, par exemple, pour l'inducteur référencé 11a à la figure 1 qui, s'il appartient à la zone de chauffe  $Z_1$  ne peut appartenir à la zone de chauffe  $Z_3$ .

Si cet inducteur n'est pas libre, on vérifie dans une étape de test E24 si cet inducteur est le dernier inducteur du plan de cuisson.

Dans la négative, on considère l'inducteur suivant dans une étape E25 et on poursuit la détection sur ce nouvel inducteur.

20 Lorsqu'à l'issue de l'étape de test E23, l'inducteur considéré est libre, une étape de test E26 permet de déterminer si il existe une charge au-dessus de cet inducteur, c'est-à-dire si un récipient couvre au moins partiellement cet inducteur.

25 En pratique, on mesure par exemple le courant efficace passant dans cet inducteur. Cette valeur sera dépendante de la surface de l'inducteur recouverte par le récipient.

30 Afin de pouvoir comparer de manière relative le courant efficace, et ainsi déterminer le taux de recouvrement de chaque inducteur l'un par rapport à l'autre, il est nécessaire lors de cette étape de recherche d'une zone de chauffe d'alimenter de la même manière chaque inducteur, c'est-à-dire avec un même rapport cyclique pour des générateurs alimentés en fréquence fixe.



On notera que le fonctionnement de cette détection au moyen d'inducteurs ne peut être mise en œuvre que pour des récipients en matériaux ferromagnétiques, tels que des récipients en fonte, tôle émaillée, acier inoxydable.

- 5           Lorsque aucune charge n'est détectée à l'aplomb de cet inducteur, on réitère les étapes E24 et suivantes, pour un inducteur suivant du plan de cuisson.

- En revanche, lorsqu'à l'issue de l'étape de détection E26 la présence d'un récipient à l'aplomb de l'inducteur est détectée, une étape d'ajout E27 est  
10 mise en œuvre afin d'ajouter l'inducteur détecté à la zone de chauffe Zi.

Une étape de mémorisation E28 est également mise en œuvre pour chaque inducteur ajouté à la zone de chauffe Zi, afin de mémoriser le taux de recouvrement TREC de l'inducteur ajouté.

- En pratique, à l'étape de test E26 de détection d'un récipient, la  
15 présence d'un récipient au regard de l'inducteur est détectée lorsque le taux de recouvrement de cet inducteur est supérieur à une valeur de seuil prédéterminée. Cette valeur de seuil prédéterminée peut être égale, à titre d'exemple, à 40%.

- Ce seuil de détection permet d'éviter d'alimenter des inducteurs  
20 faiblement recouverts par un récipient.

En pratique le taux de recouvrement peut être déterminé à partir de la mesure des courants moyen et crête de l'inducteur. Ces mesures sont en particulier décrites dans le document FR 2 783 370.

- Le rapport entre ces deux mesures pour un rapport cyclique donné  
25 (MLI) donne une bonne approximation du taux de recouvrement. On peut ainsi fixer une limite basse de ce taux de recouvrement en dessous de laquelle, on considère que l'inducteur n'est pas suffisamment recouvert pour fonctionner correctement.

- Pour chaque inducteur d'une même zone (recouvert par le même  
30 récipient), on peut alors comparer le taux de recouvrement de façon relative.

On vérifie ensuite dans une étape de test E24 s'il s'agit du dernier inducteur et dans la négative on réitère l'ensemble des étapes décrites précédemment pour l'inducteur suivant.

Une étape de test E29 permet de vérifier si la zone de chauffe Zi  
5 ainsi constituée est vide.

Tel est le cas notamment lorsque aucun récipient n'a été posé sur le plan de cuisson.

Dans ce cas, la nouvelle zone Zi est annulée.

Sinon, cette nouvelle zone de chauffe Zi est mémorisée.

10 L'identification de cette nouvelle zone de chauffe Zi se matérialise par l'affichage dans une étape d'affichage E30 de la présence et de la position du récipient Ri sur le panneau de visualisation 16 de la table de cuisson.

La méthode de recherche d'un récipient telle que décrite précédemment en référence à la figure 4 est cependant relativement longue,  
15 notamment lorsque le nombre d'inducteurs libres est important. Tel est le cas lors de la pose d'un premier récipient sur le plan de cuisson.

Une méthode améliorée de recherche d'une zone de chauffe Zi va être décrite ci-après en référence à la figure 5. Dans son principe, cette méthode prend en compte le fait que les inducteurs d'une zone de chauffe  
20 doivent être voisins pour appartenir à cette zone de chauffe.

Comme précédemment, ce procédé de recherche comporte d'abord une étape d'initialisation E31 d'une nouvelle zone Zi. On considère ensuite dans une étape E32 un premier inducteur.

Une étape de test E33 permet de vérifier si cet inducteur est libre,  
25 c'est-à-dire s'il n'appartient pas déjà à une autre zone de chauffe répertoriée.

Si cet inducteur n'est pas libre, on vérifie dans une étape de test E34 s'il s'agit du dernier inducteur. Dans l'affirmative, la nouvelle zone de chauffe est annulée. Sinon, on considère dans une étape E35 l'inducteur suivant.

Lorsqu'à l'issue de l'étape de test E33, l'inducteur est libre, on vérifie  
30 dans une étape de test E36 s'il existe une charge en regard de cet inducteur, c'est-à-dire on détecte la présence d'un récipient posé au-dessus de cet inducteur dans le plan de cuisson.

Dans la négative, on considère dans une étape E37 l'inducteur suivant et on réitère pour celui-ci les étapes E33 et suivantes.

5 Sinon, lorsque la présence d'un récipient est détectée au-dessus de l'inducteur, une étape d'ajout E37 de cet inducteur à la zone de chauffe Zi est mise en œuvre. Parallèlement, on mémorise dans une étape de mémorisation E38 le taux de recouvrement TREC de l'inducteur.

Ces étapes sont sensiblement identiques à celles décrites précédemment en référence à la figure 4.

10 Ensuite, et afin d'améliorer la recherche des inducteurs appartenant à la nouvelle zone de chauffe Zi, une étape de détermination E39 d'une liste des inducteurs n'appartenant pas à une autre zone de chauffe déjà constituée et adjacents à la zone de chauffe Zi en cours de constitution, est mise en œuvre.

15 En pratique, on considère l'ensemble des inducteurs adjacents à au moins un des moyens de chauffe mémorisés dans la zone de chauffe Zi dès lors que cet inducteur est libre, c'est-à-dire qu'il n'appartient pas déjà à une autre zone de chauffe.

20 Une étape de test E40 permet ensuite de vérifier si cette liste est vide. Dans la négative, on considère l'inducteur adjacent suivant dans une étape E41.

Une étape de mise à jour E42 de la liste permet de supprimer cet inducteur de la liste des inducteurs libres adjacents à la zone.

On vérifie dans une étape de test E43 analogue à l'étape de test E36 s'il existe ou non une charge en regard de cet inducteur.

25 Dans l'affirmative, on réitère pour cet inducteur l'ensemble des étapes E37 et suivantes. Une nouvelle détermination d'une liste d'inducteurs adjacents à la zone sera également mise en œuvre à partir de la zone de chauffe modifiée.

30 Si à l'issue de l'étape de test E43, l'inducteur n'est pas disposé sous un récipient, ou en d'autres termes si son taux de recouvrement par un récipient est inférieur à 40 % par exemple, on réitère l'ensemble des étapes E40 et

suivantes sur la liste des inducteurs libres adjacents à la zone de chauffe à constituer.

Lorsque cette liste est vide, on en déduit qu'aucun autre inducteur adjacent à la zone n'est recouvert par un récipient, de telle sorte que la nouvelle  
5 zone de chauffe  $Z_i$  est ainsi créée.

Comme précédemment, cette création est visualisée par l'affichage dans une étape E30 de la présence et de la position du récipient  $R_i$ .

Une étape d'entrée de la puissance globale de consigne  $P_i$  associée à ce récipient  $R_i$  est ensuite mise en œuvre. Cette étape d'entrée E30 est mise  
10 en œuvre par l'utilisateur qui peut sélectionner sur le clavier un niveau de puissance souhaité, par exemple compris entre 1 et 15, correspondant à une échelle de puissance comprise entre 100 et 2 800 Watts.

A partir de cette puissance globale de consigne  $P_i$  associée à la zone de chauffe  $Z_i$  il est possible de calculer la puissance délivrée par chaque  
15 inducteur de la zone de chauffe  $Z_i$ .

De préférence, la puissance délivrée par chaque inducteur dépend du taux de recouvrement de l'inducteur.

Comme illustré à la figure 6, pour calculer la puissance par inducteurs  $I_j$ ,  $j = 1 \dots, n$  d'une zone de chauffe  $Z_i$ , une étape d'obtention E61  
20 des inducteurs  $I_j$ ,  $j$  compris entre 1 et  $n$ ,  $n$  correspondant au nombre d'inducteurs compris dans la zone de chauffe  $Z_i$ , est mise en œuvre.

On considère ensuite dans une étape E62 un premier inducteur  $I_j$  de la zone de chauffe  $Z_i$ .

Ce taux de recouvrement est typiquement compris entre 40 et 100%.  
25 Une étape de lecture E63 permet d'accéder à la valeur du taux de recouvrement  $I_j$  associé à l'inducteur  $I_j$  tel que mémorisé lors de la détection du récipient et de la constitution de la zone de chauffe  $Z_i$ .

Une étape de calcul proprement dite E64 permet ensuite de déterminer la puissance unitaire  $P_j$  associée à cet inducteur  $I_j$ .

30 En pratique, cette puissance unitaire  $P_j$  délivrée par l'inducteur  $I_j$  est une fonction de la puissance globale de consigne  $P_i$  et des taux de recouvrement de chaque inducteur de cette zone de chauffe  $Z_i$ .

La répartition de la puissance sur chaque inducteur peut être réalisée selon différentes lois en fonction de l'effet recherché.

- Selon un premier mode de réalisation, on peut souhaiter privilégier une densité de puissance homogène de manière à répartir de façon homogène la puissance sur le fond du récipient.

Cette répartition permet de minimiser le champ rayonné par les inducteurs partiellement recouverts dès lors que le courant parcourant ces inducteurs peu recouverts est réduit.

- Dans ce cas, la fonction de calcul de la puissance délivrée  $P_j$  par l'inducteur  $I_j$  est du type :

$$P_j = (P_i \times T_j) / \sum_{j=1}^n T_j$$

- Ainsi, comme illustré sur l'exemple de la figure 7, pour une zone de chauffe  $Z_i$  comprenant 7 inducteurs recouverts partiellement avec des taux de recouvrement  $T_j$  compris entre 60 et 100%, la formule précédente donne pour chaque inducteur, pour une puissance de consigne  $P_i$  égale à 2800 W, les valeurs suivantes :

- $P_1 = 278 \text{ W}$   
 $P_2 = 393 \text{ W}$   
 $P_3 = 463 \text{ W}$   
 $P_4 = 463 \text{ W}$   
 $P_5 = 416 \text{ W}$   
 $P_6 = 324 \text{ W}$   
 $P_7 = 463 \text{ W}$

- On peut ainsi obtenir une densité de puissance constante quel que soit le diamètre du récipient.

Selon un second mode de réalisation, on peut désirer augmenter la puissance au niveau des inducteurs partiellement recouverts, dès lors que ceux-ci sont disposés sous les bords du récipient.

- En effet, les bords des récipients, notamment des récipients hauts du type faitout, sont très dissipateurs d'énergie.

Une formule de calcul de la puissance  $P_j$  associée à chaque inducteur  $I_j$  peut être la suivante :

$$P_j = (P_i / T_j) / \sum_{j=1}^n 1/T_j$$

5 Cette formule donne pour chaque inducteur  $P_j$ , avec une puissance de consigne  $P_i$  égale à 2800 W, la répartition de puissance suivante :

$$P_1 = 557 \text{ W}$$

$$P_2 = 393 \text{ W}$$

$$P_3 = 334 \text{ W}$$

$$P_4 = 334 \text{ W}$$

10  $P_5 = 371 \text{ W}$

$$P_6 = 477 \text{ W}$$

$$P_7 = 334 \text{ W.}$$

Cette formule de répartition de la puissance permet de chauffer  
avantageusement les bords du récipient. Elle est particulièrement favorable  
15 lorsque le récipient est centré sur un des inducteurs de telle sorte qu'une  
couronne d'inducteurs disposés sous le bord du récipient ont tous un taux de  
recouvrement partiel identique.

Bien entendu, de nombreuses autres formules de calcul de la  
puissance délivrée par chaque inducteur peuvent être utilisées, en pondérant la  
20 valeur du taux de recouvrement de chaque inducteur.

On a décrit précédemment la détection d'une zone de chauffe  $Z_i$  et le  
calcul de la puissance associée à chaque inducteur de cette zone de chauffe  $Z_i$   
à partir de la valeur de la puissance de consigne demandée par l'utilisateur.

Cependant, sur une telle table de cuisson, il est fréquent que le  
25 récipient soit déplacé en cours de chauffage, pour remuer son contenu ou  
ajouter un ingrédient.

Il est nécessaire alors que le déplacement de ces récipients ne  
vienne pas altérer la chauffe.

Le système de contrôle et de commande des différents inducteurs  
30 doit également être adapté à suivre le déplacement d'un récipient sur le plan de

cuisson de manière à activer et désactiver les inducteurs respectivement recouverts ou découverts après déplacement du récipient.

Comme illustré à la figure 3, lors du déplacement du récipient Ri par l'utilisateur, une étape de détection E70 du mouvement du récipient est mise en œuvre.

Cette détection du mouvement du récipient est réalisée automatiquement par le système de commande.

Ce déplacement peut être détecté de plusieurs façons :

- soit l'un des inducteurs de la zone de chauffe Zi est découvert, notamment en cas d'absence du récipient lorsque celui-ci est ôté du plan de cuisson ;

- soit les paramètres de commande d'au moins un des inducteurs de la zone de chauffe Zi sont fortement modifiés pour maintenir la puissance de consigne dans cet inducteur. On observe alors au niveau du système de commande une variation importante du rapport cyclique dans le cas d'une commande à fréquence fixe avec modulation en largeur d'impulsion ;

- soit les paramètres mesurés au niveau d'un inducteur varient fortement alors que les paramètres de commande sont inchangés. Cette variation peut être observée en mesurant le courant dans l'inducteur ou dans l'un des transistors de commande de cet inducteur.

La détection du mouvement d'un récipient a pour effet, au niveau du système de gestion de la table de cuisson, d'entraîner une nouvelle étape de recherche E80 d'une zone de chauffe Zi déplacée.

Cette étape de recherche 80 est détaillée à la figure 8 et est sensiblement identique à l'étape de recherche E20 telle que décrite précédemment, en référence à la figure 5.

Cette étape de recherche comporte d'abord une étape de test E81 adaptée à vérifier si la zone de chauffe initiale Zi est vide.

Dans le cas où cette zone de chauffe initiale Zi n'est pas totalement vide, c'est-à-dire lorsque le récipient a été uniquement déplacé de manière restreinte sur le plan de cuisson, de telle sorte qu'il recouvre encore certains inducteurs de cette zone de chauffe initiale Zi, une étape de détermination E82

de la liste des inducteurs libres adjacents à la zone de chauffe  $Z_i$  est mise en œuvre.

Cette étape de détermination est identique à l'étape de détermination E39 décrite précédemment en référence à la figure 5.

5 On vérifie dans une étape de test E83 si cette liste est vide.

Dans l'affirmative, cela signifie que le récipient n'a été que légèrement déplacé mais demeure en regard de l'ensemble des inducteurs de la zone de chauffe initiale  $Z_i$ .

10 On considère alors la nouvelle zone déplacée  $Z'_i$  avec les taux de recouvrement modifiés de chaque inducteur pour recalculer la puissance délivrée par chacun des inducteurs de cette zone déplacée  $Z'_i$ .

Si la liste des inducteurs libres adjacents à la zone de chauffe n'est pas vide une étape E84 est adaptée à considérer un inducteur adjacent de cette liste. Une étape de mise à jour E85 permet de supprimer cet inducteur  
15 adjacent de la liste constituée à l'étape E82.

Dans une étape de test E86, le système de commande vérifie la présence ou non d'une charge en regard de cet inducteur.

Cette étape de détection de la présence d'un récipient est identique à l'étape de test E36 décrite précédemment en référence à la figure 5.

20 En l'absence de récipient, les étapes E83 et suivantes sont réitérées pour un inducteur adjacent suivant tant que la liste des inducteurs libres adjacents n'est pas vide.

Lorsque la présence d'un récipient est détectée en regard d'un des inducteurs, celui-ci est ajouté dans une étape d'ajout E87 à la zone de chauffe  
25 déplacée  $Z'_i$ .

Parallèlement, une étape de mémorisation E88 permet de mémoriser le taux de recouvrement TREC de l'inducteur ajouté.

Une nouvelle étape de détermination E82 de la liste des inducteurs libres adjacents à la zone de chauffe ainsi modifiée est ensuite mise en œuvre,  
30 et les étapes E83 et suivantes sont réitérées.

Si à l'issue de l'étape de test E81, la zone de chauffe initiale  $Z_i$  est vide, la détection de la zone de chauffe déplacée  $Z'_i$  est mise en œuvre de la



même manière que s'il s'agissait d'une nouvelle zone de chauffe, telle qu'illustrée à la figure 5.

Ainsi, les étapes E92 à E97 sont respectivement identiques aux étapes E32 à E37 décrites précédemment en référence à la figure 5 et n'ont pas besoin d'être redécrites ici.

Une zone de chauffe déplacée  $Z'i$  est ainsi déterminée à l'issue de cette étape de recherche E80.

La détermination d'une zone de chauffe déplacée  $Z'i$  se concrétise par l'affichage lors d'une étape d'affichage E100 d'une nouvelle position du récipient  $Ri$  sur le moyens de visualisation 16 de la table de cuisson 10.

L'étape de recherche E80 d'une zone déplacée  $Z'i$  faisant suite à une étape de détection E70 du mouvement du récipient, et non pas à une étape de déclaration d'ajout d'un nouveau récipient E10, le système de commande est adapté à associer à la zone de chauffe déplacée  $Z'i$  la puissance globale de consigne  $Pi$  associée à la zone de chauffe initiale  $Zi$ .

L'association de cette puissance de consigne  $Pi$  est réalisée lors d'une étape de calcul E110 de la puissance délivrée par chaque inducteur de la zone de chauffe déplacée  $Z'i$ .

Cette étape de calcul E110 de la puissance est mise en œuvre de la même manière que pour une zone de chauffe initiale  $Zi$ , à partir de la puissance de consigne globale  $Pi$  et du taux de recouvrement associé à chaque inducteur de cette zone de chauffe déplacée  $Z'i$ .

Dans l'exemple précédent de détection de la zone de chauffe déplacée, le deuxième mode de réalisation de recherche d'un récipient tel que décrit à la figure 5 a été redécrit, car il présente des avantages de rapidité, notamment lorsque le récipient n'est pas complètement retiré de la surface de cuisson. Il suffit en effet de tester uniquement les inducteurs voisins des inducteurs de la zone de chauffe initiale qui restent recouverts.

Bien entendu, le procédé de détection de chaque inducteur, un à un, tel que décrit à la figure 4 pourrait également être utilisé.

La table de cuisson par induction décrite précédemment, et les procédés de chauffage associés, apportent une grande souplesse d'utilisation pour l'utilisateur.

En effet, il n'existe aucune contrainte de dimension et de localisation  
5 du récipient sur la table de cuisson.

En particulier, bien que dans les exemples illustrés à la figure 1, les récipients soient circulaires, tout type de forme de récipient, carré ou ovale, et de tailles variées pourrait être utilisé.

A l'extrême limite, un récipient de taille sensiblement égale à la taille  
10 du plan de cuisson pourrait être utilisé, la puissance maximale autorisée pour la table de cuisson étant alors répartie sur l'ensemble des inducteurs disposés matriciellement dans le plan de cuisson.

En outre, grâce au procédé de détection et de recherche du récipient décrit précédemment peut être déplacé sur le plan de cuisson tout en  
15 conservant sa puissance de chauffe.

En particulier, lorsque ce récipient est ôté du plan de cuisson, puis poser de nouveau sur ce dernier, le système de commande est adapté à détecter la présence de ces récipients et à recalculer une zone de chauffe déplacée tel que décrit à la figure 8, dès lors qu'il n'y a pas eu d'étape de  
20 déclaration E10 de l'ajout d'un nouveau récipient par l'utilisateur.

Bien entendu, de nombreuses modifications peuvent être apportées aux exemples de réalisation décrits ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention.

En particulier, on a décrit précédemment une table de cuisson ayant  
25 des moyens de chauffage constitués d'inducteurs.

Le procédé de chauffage pourrait être mis en œuvre également à partir de moyens de chauffage constitués d'éléments radiants, dès lors que des moyens de détection par induction sont associés à chaque moyen de chauffage. Dans un tel cas, l'utilisation d'un récipient dans un matériau  
30 ferromagnétique est alors nécessaire pour permettre la détection par induction d'un tel récipient.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de chauffage d'un récipient ( $R_i$ ) posé sur une table de cuisson comprenant des moyens de chauffage (11) associés respectivement à  
5 des inducteurs formant moyens de détection (11) de la présence d'un récipient, lesdits moyens de chauffage associés auxdits inducteurs étant répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - recherche (E20) d'une zone de chauffe ( $Z_i$ ) constituée d'un  
10 ensemble de moyens de chauffage recouverts au moins partiellement par ledit récipient ; et
  - calcul (E60) d'une puissance ( $P_j$ ) délivrée par chaque moyen de chauffage ( $I_j$ ) de ladite zone de chauffe ( $Z_i$ ) en fonction d'une puissance globale de consigne ( $P_i$ ) associée à ladite zone de chauffe ( $Z_i$ ) et d'un taux de  
15 recouvrement ( $T_j$ ) par le récipient ( $R_i$ ) de chaque moyen de détection ( $I_j$ ) associé audit moyen de chauffage ( $I_j$ ).
2. Procédé de chauffage conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape préalable de déclaration (E10) d'ajout dudit récipient sur le plan de cuisson.
- 20 3. Procédé de chauffage conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de détection (E70) d'un déplacement d'un récipient ( $R_i$ ) associé à une zone de chauffe initiale ( $Z_i$ ) et une étape de recherche (E80) d'une zone de chauffe déplacée ( $Z'_i$ ) constituée de moyens de chauffage associés respectivement à des moyens de détection  
25 recouverts au moins partiellement par ledit récipient ( $R_i$ ).
4. Procédé de chauffage conforme à la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'association (E110) à la zone de chauffe déplacée ( $Z'_i$ ) de ladite puissance globale de consigne ( $P_i$ ) associée à la zone de chauffe initiale ( $Z_i$ ).
- 30 5. Procédé de chauffage conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'étape de recherche (E20, E80) comprend successivement, pour chaque moyen de détection du plan de cuisson, une

étape de test (E26, E36, E96) adaptée à détecter la présence d'un récipient (Ri) en regard dudit moyen de détection et dans l'affirmative, une étape d'ajout (E27, E37, E87) du moyen de chauffage associé audit moyen de détection dans la zone de chauffe (Zi, Z'i).

5                   6. Procédé de chauffage conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape de recherche (E20, E80) comprend successivement, pour chaque moyen de détection du plan de cuisson, une étape de test préalable (E23, E33, E93) adaptée à détecter si ledit moyen de chauffage associé audit moyen de détection appartient à une autre zone de chauffe et en ce que  
10   lesdites étapes de test (E26, E36, E86) et d'ajout (E27, E37, E87) sont mises en œuvre lorsque ledit moyen de chauffage associé audit moyen de détection n'appartient pas à une autre zone de chauffe.

                  7. Procédé de chauffe conforme à l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'étape de recherche comprend une étape de  
15   mémorisation (E28, E38, E88) pour chaque moyen de chauffage ajouté dans la zone de chauffe (Zi, Z'i) d'un taux de recouvrement (TREC) du moyen de détection associé audit moyen de chauffage par le récipient.

                  8. Procédé de chauffage conforme à l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'étape de recherche (E20, E80) comprend, lorsque ladite  
20   zone de chauffe comporte au moins un moyen de chauffage ajouté, une étape de détermination (E39, E82) d'une liste de moyens de chauffage n'appartenant pas à une autre zone de chauffe et adjacents à au moins un moyen de chauffage de ladite zone de chauffe et en ce que lesdites étapes de test et d'ajout sont mises en œuvre pour chaque moyen de chauffage de ladite liste.

25                   9. Procédé de chauffage conforme à l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'à l'étape de test (E26, E36, E86), la présence d'un récipient en regard d'un moyen de détection est détectée lorsque le taux de recouvrement dudit moyen de détection est supérieur à une valeur de seuil prédéterminée.

30                   10. Procédé de chauffage conforme à la revendication 9, caractérisé en ce que ladite valeur de seuil prédéterminée est égale à 40 %.

11. Procédé de chauffage conforme à l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de chauffage (11) sont des inducteurs (11) formant moyens de détection de la présence d'un récipient (Ri).

12. Table de cuisson comprenant des moyens de chauffage (11)  
5 associés respectivement à des inducteurs formant moyens de détection (11) par induction de la présence d'un récipient, lesdits moyens de chauffage associés auxdits inducteurs étant répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de chauffage conforme à l'une des  
10 revendications 1 à 11.

13. Table de cuisson conforme à la revendication 12, caractérisée en ce que les moyens de chauffage (11) sont constitués d'inducteurs (11) répartis suivant une trame bidimensionnelle dans le plan de cuisson.

Fig.1

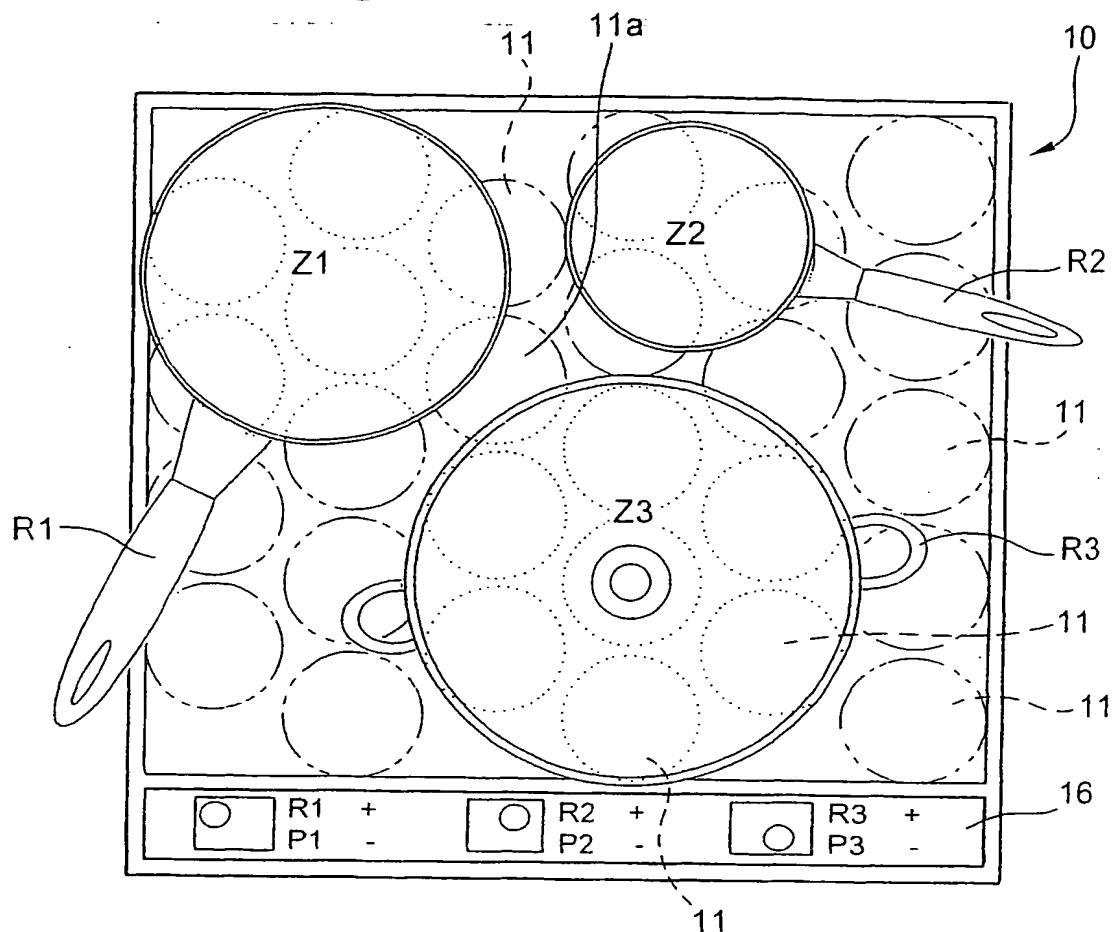
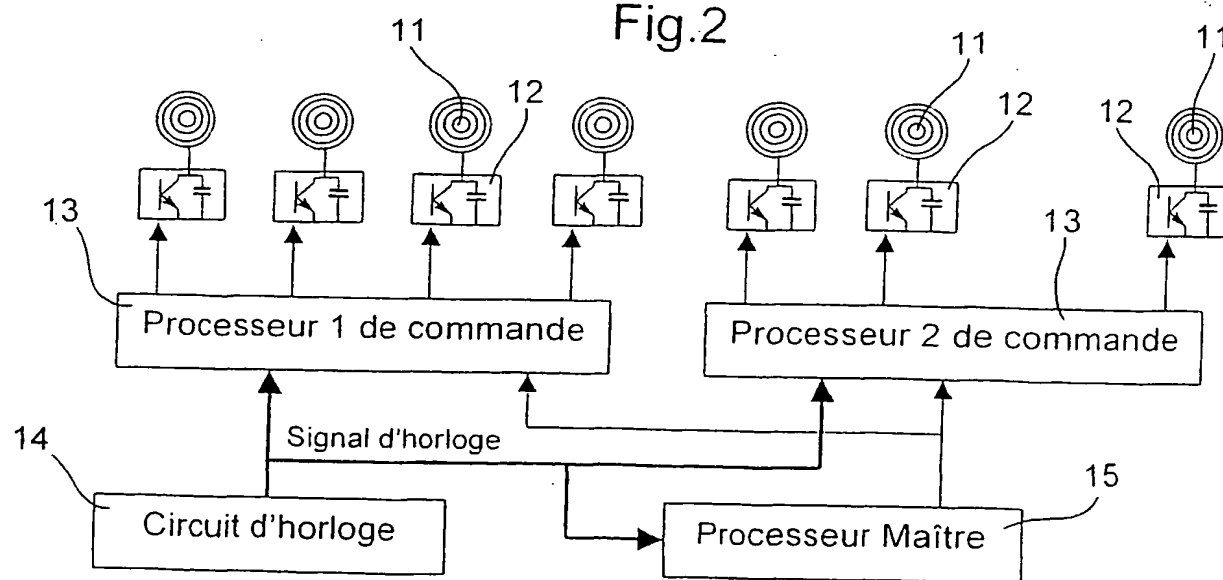


Fig.2



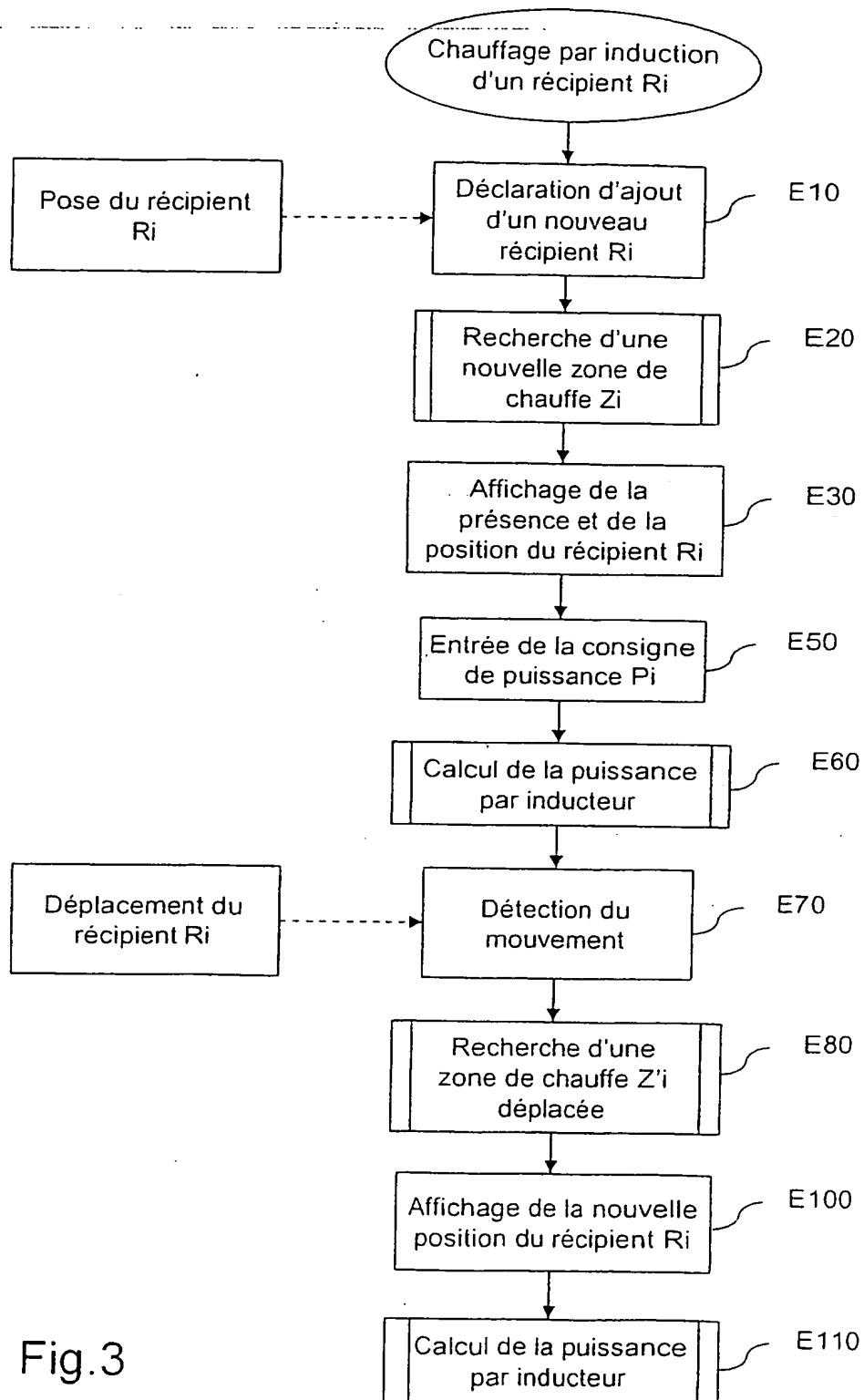


Fig.3

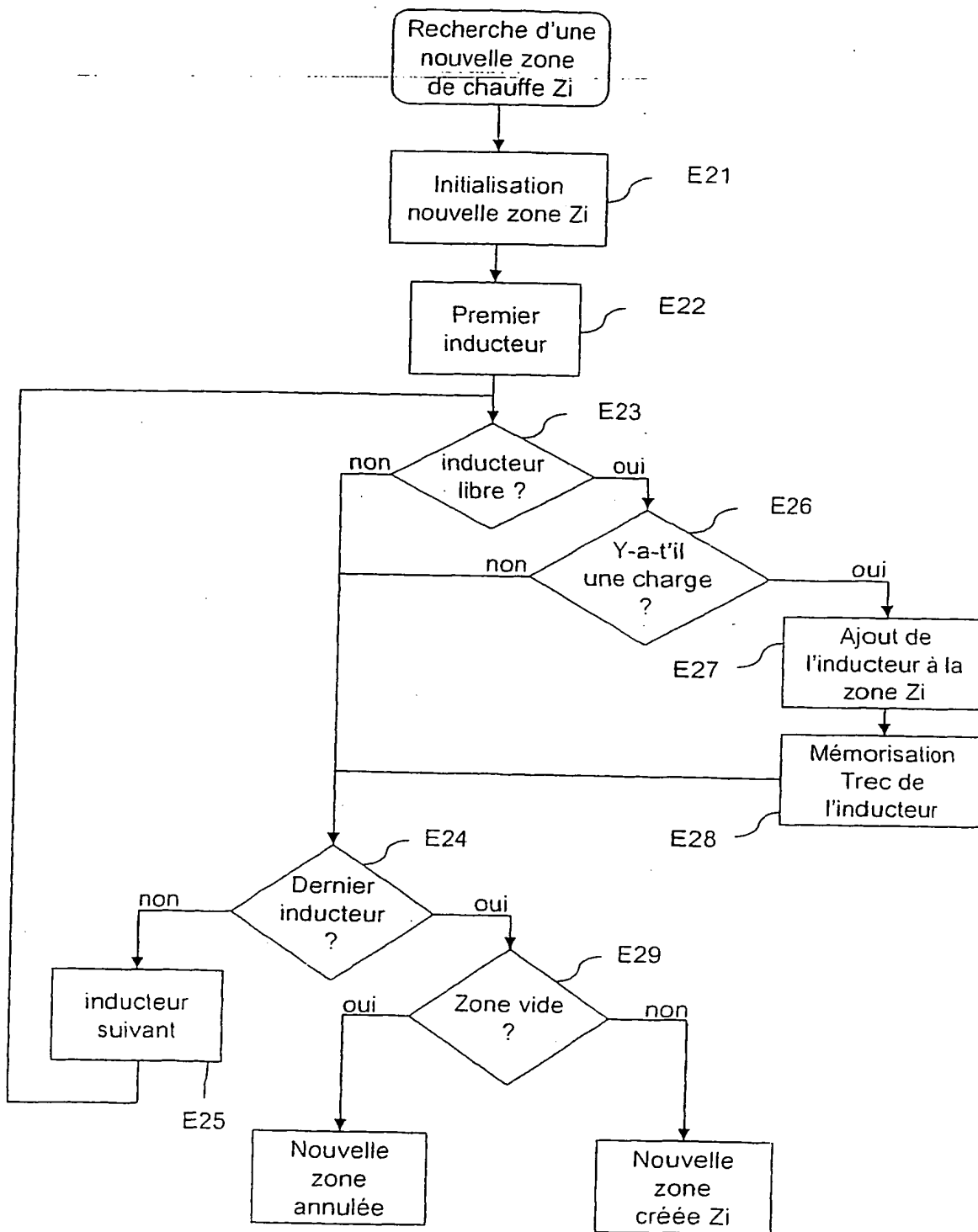


Fig.4



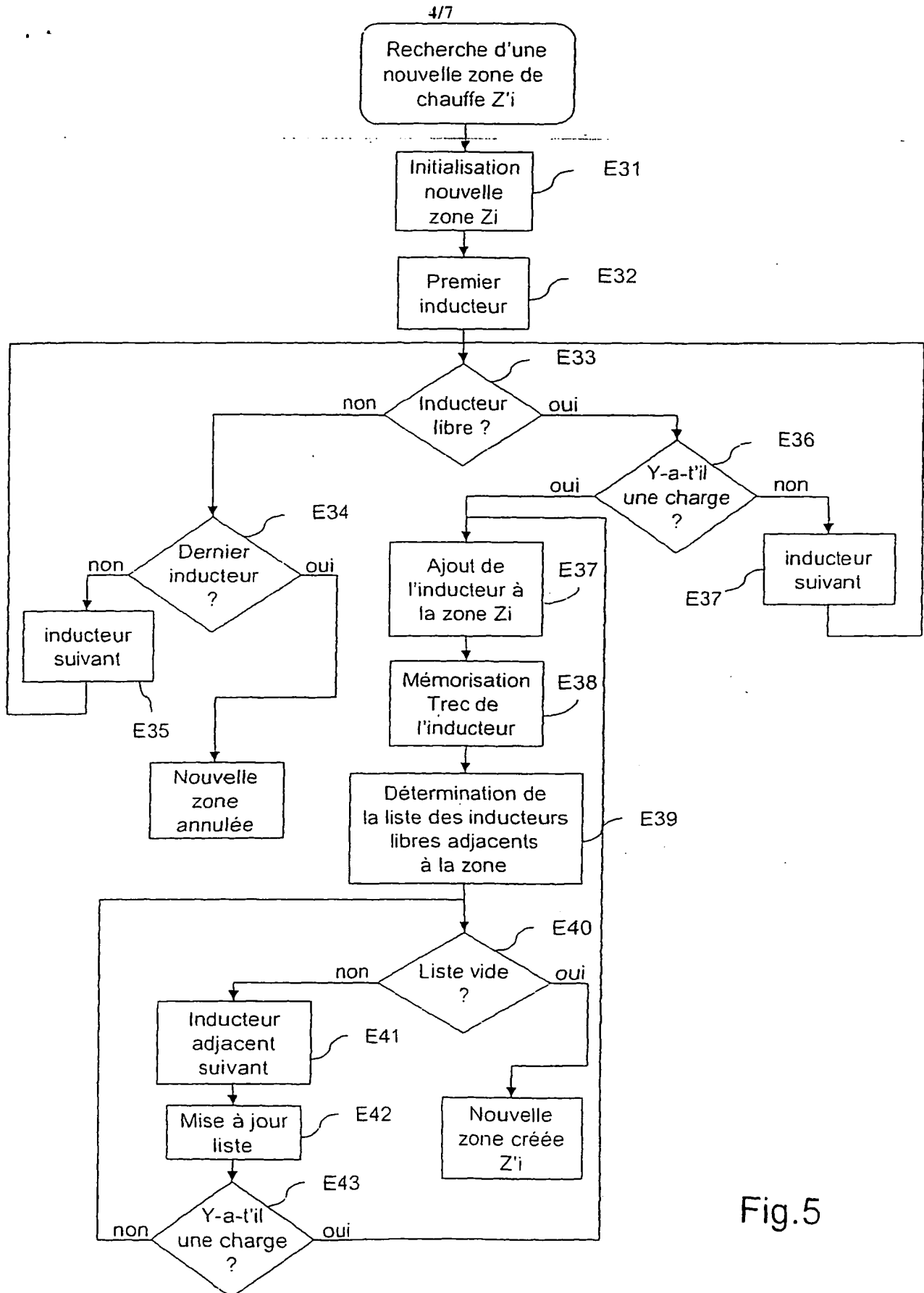


Fig.5

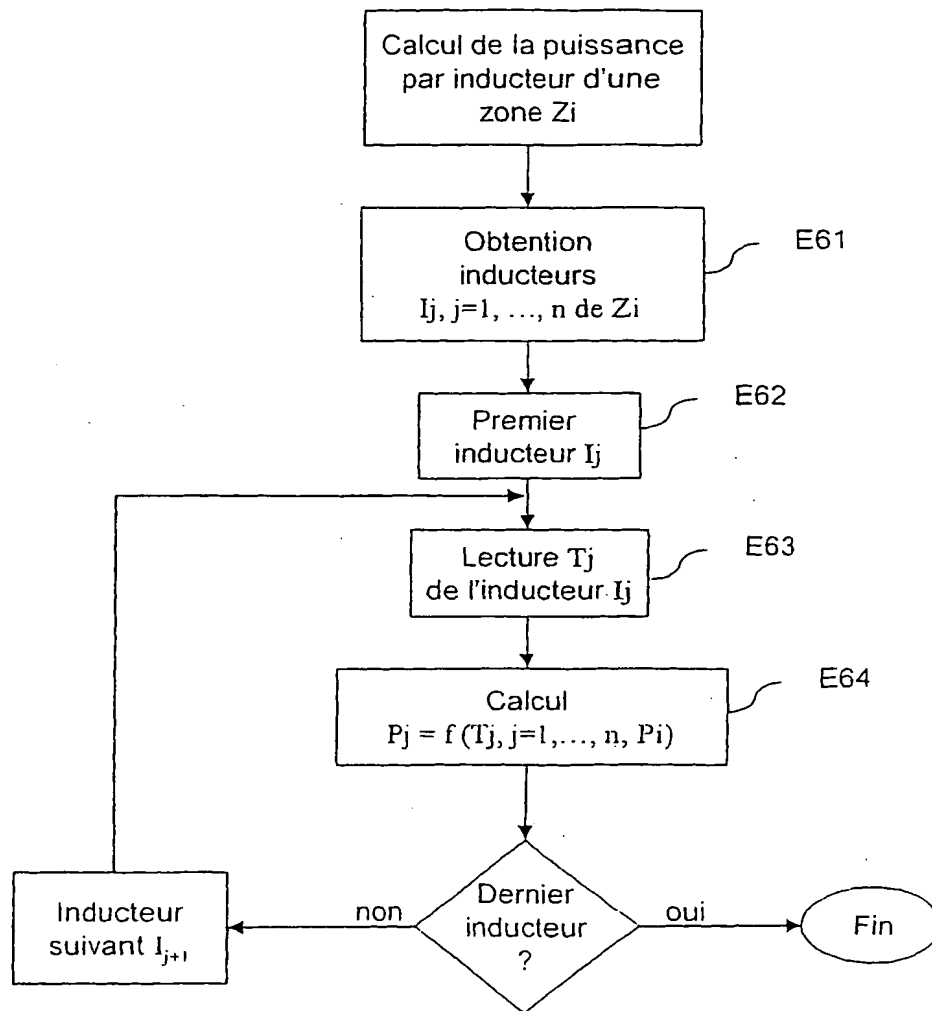


Fig.6

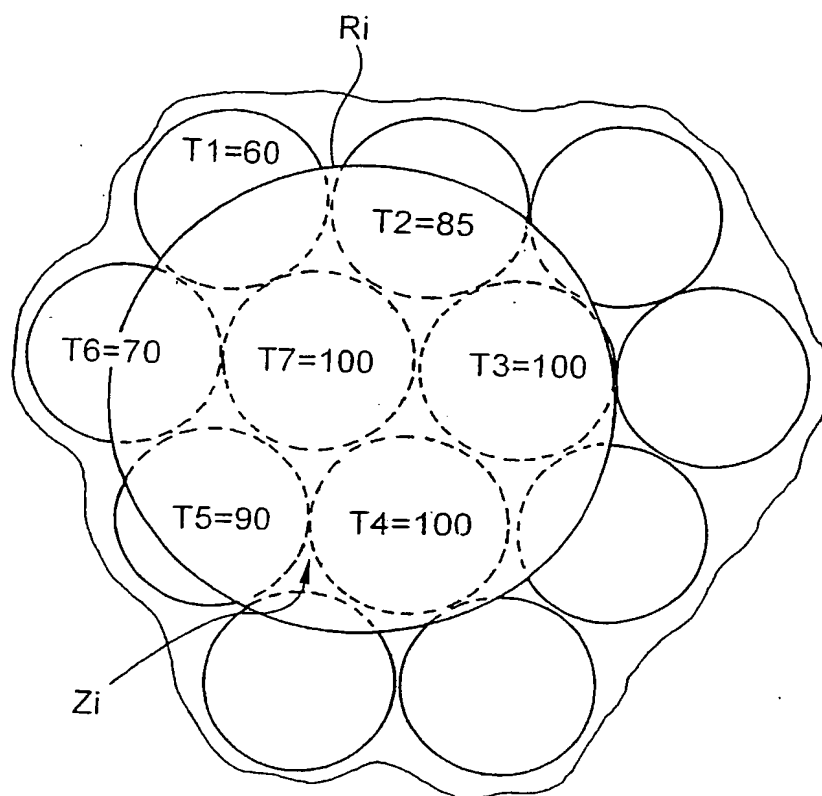


Fig.7

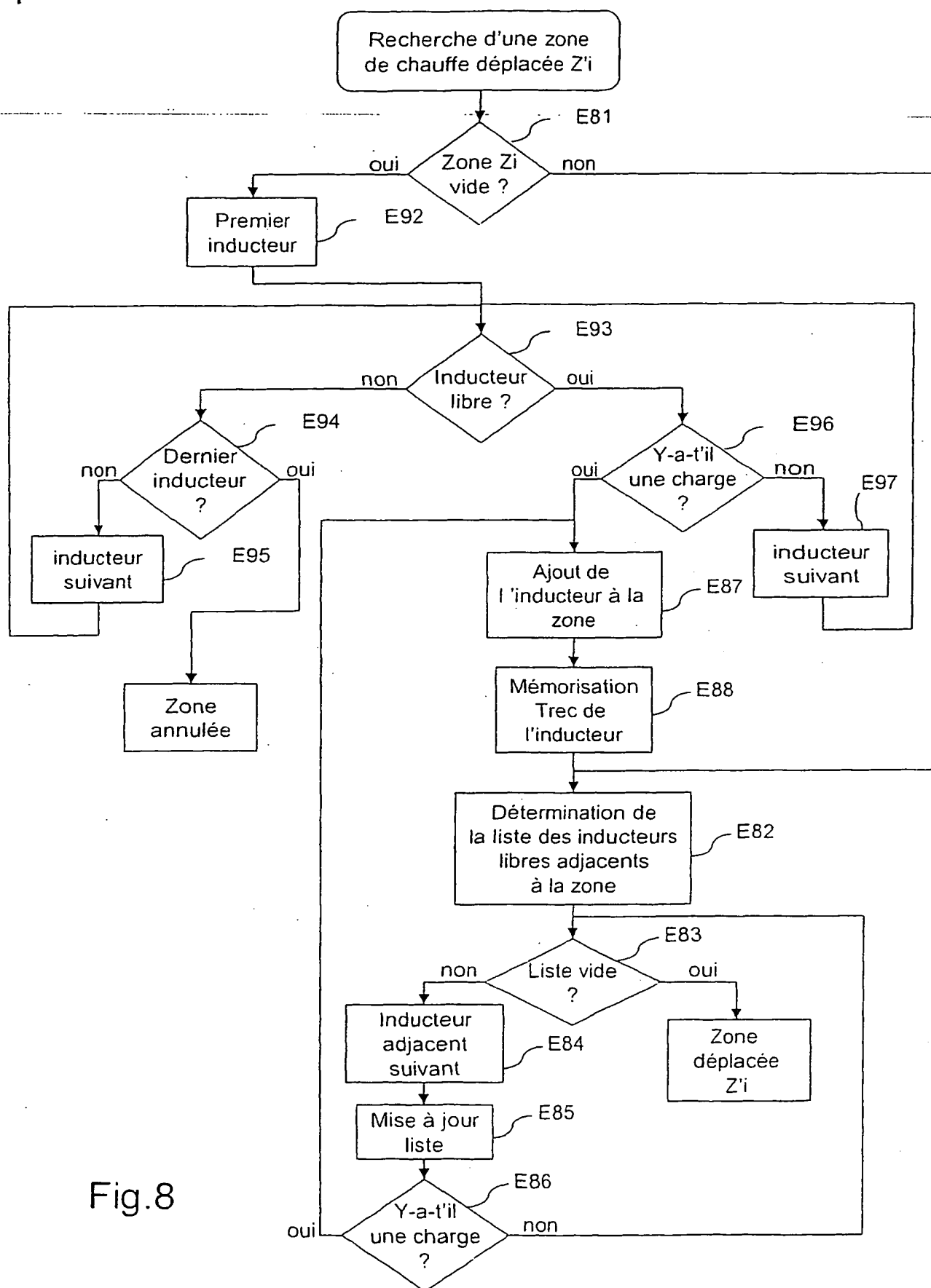


Fig.8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002905

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05B6/06 H05B6/12 F24C7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F24C H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97/37515 A (KUSE) 9 October 1997 (1997-10-09) page 1, line 1 - line 8 page 12, line 1 - line 5 page 12, line 11 - line 21 -----	1, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 April 2005

Date of mailing of the international search report

19/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Taccoen, J-F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002905

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9737515	A	09-10-1997	WO 9737515 A1	09-10-1997
			AU 5275796 A	22-10-1997
			DE 19681375 D2	23-07-1998

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H05B6/06 H05B6/12 F24C7/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F24C H05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 97/37515 A (KUSE) 9 octobre 1997 (1997-10-09) page 1, ligne 1 - ligne 8 page 12, ligne 1 - ligne 5 page 12, ligne 11 - ligne 21 -----	1,12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents


Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*8\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Taccoen, J-F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002905

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9737515 A	09-10-1997	WO 9737515 A1	09-10-1997
		AU 5275796 A	22-10-1997
		DE 19681375 D2	23-07-1998